

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**MARIA LUIZA ZANÃO BEDIN**

**TRANSGÊNICOS:  
LIÇÃO A SER FEITA NO CONTEXTO ESCOLAR.**

**APUCARANA**

**2015**

**MARIA LUIZA ZANÃO BEDIN**

**TRANSGÊNICOS: LIÇÃO A SER FEITA NO CONTEXTO  
ESCOLAR.**

Monografia apresentada como requisito parcial à conclusão do Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio, na modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Profa. Ana Claudia Bonatto

**APUCARANA**

**2015**

## **AGRADECIMENTOS**

Acima de tudo a Deus, pai misericordioso que sempre esta ao meu lado e por me privilegiar de exercer uma profissão magnífica.

A toda minha família e um agradecimento mais do que especial a minha filha Bárbara, por ter vivenciado comigo passo a passo todos os detalhes deste trabalho, por ter me dado todo o apoio que necessitava nos momentos difíceis, todo carinho, respeito e por tornar minha vida cada dia mais feliz.

Em especial agradeço minha professora Ana Claudia Bonatto, que foi uma orientadora extraordinária, estando sempre presente, esclarecendo as minhas dúvidas, tendo muita paciência, competência me proporcionando confiança necessária para o término do trabalho.

A todos os professores e coordenadores do Curso de Especialização em Genética pelo carinho, dedicação e entusiasmo demonstrado ao longo do curso.

## RESUMO

Este documento apresenta um breve estudo sobre os transgênicos, amplamente discutido em nossos meios de comunicação. Essa polêmica envolve uma série de aspectos econômicos, científicos e éticos, que precisam ser amplamente discutidos para que ocorra o devido esclarecimento e os conhecimentos não fiquem restritos apenas à comunidade científica, mas sejam acessíveis à população em geral, que muitas vezes por falta de informação ou mesmo por apresentar conceitos errôneos discrimina os OGMs (Organismos geneticamente modificados). As comunidades científica e leiga devem estar abertas a pesquisas e debates, sem qualquer tipo de preconceito, permitindo uma avaliação criteriosa da aplicação dessa tecnologia, sua utilização em alimentos e especificação nos rótulos desses alimentos permitindo assim uma livre escolha no consumo destes produtos. Este trabalho tem por objetivo informar os alunos quanto à produção e aspectos envolvidos no consumo desses alimentos através de uma proposta de ensino direcionada ao tema.

**Palavras-chave:** OGMs, Tecnologia, pesquisa, alimentos.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Comparação entre os milhos Bt e convencional expostos a lagartas.....7

Figura 2 – Embalagem com indicação de que o alimento é produzido a partir de vegetais transgênicos..... 16

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
2.1 Objetivo Geral .....	8
2.2 Objetivos Específicos .....	8
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>9</b>
3.1 Transgênicos no contexto escolar .....	9
3.2 Obtenções de plantas transgênicas .....	11
3.3 Transgênicos cultivados no Brasil .....	14
3.4 A legislação brasileira.....	15
<b>4. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>17</b>
4.1 Plano de aula.....	17
4.2 Diagnóstico do grau de conhecimento dos alunos .....	18
4.3 Atividades desenvolvidas com os alunos: aula expositiva, leitura de textos, vídeos e júri simulado .....	18
4.4 Júri simulado .....	20
4.5 Avaliação .....	21
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXO 1 – DIAGNÓSTICO TRANSGÊNICOS .....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXO 2 – TEXTOS QUE PODEM SER USADOS PARA O ESTUDO EM GRUPOS EM SALA DE AULA .....</b>	<b>27</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em um mundo cuja população cresce mais rapidamente que a disponibilidade de alimentos, há a necessidade urgente do aumento da produção, bem como a diminuição dos custos. Assim, as indústrias fizeram a capacidade intelectual do homem sua aliada, ao desenvolver pesquisas e “fórmulas” para que haja melhoria na rentabilidade agrícola e na qualidade de vida.

Após Mendel e suas ervilhas abrirem caminho para outros cientistas, a Genética tornou-se primordial para a humanidade, pois a partir da explicação de simples traços hereditários, os cientistas ganharam um alicerce para entender os mistérios do DNA.

A partir de experimentos em laboratório, o homem ao longo dos anos obteve progresso notável, suficiente para o surgimento de indústrias multimilionárias do ramo. E esse avanço foi possível com a engenharia genética e de biotecnologia, cujos estudos produzem organismos a base de cruzamentos que jamais aconteceriam naturalmente.

Desse modo, cientistas obtêm sementes com características favoráveis a uma determinada região, como resistência à seca, frio ou doenças. No entanto, a técnica de cruzamento depende da interferência humana, e deixa de lado a troca natural de genes feita pelo vento, insetos, água e outros agentes.

Entretanto, o saber científico da manipulação genética para obtenção de um alimento transgênico ou geneticamente modificado não é um tema discutido, pois a maioria dos jovens tem pouco ou nenhum conhecimento sobre o processo. Assim, estudantes se baseiam no senso comum, sem base científica para questionar os OGMs (Organismos geneticamente modificados).

Portanto, o presente trabalho busca analisar os prós e contras desse tema tão atual e polêmico, bem como o seu reflexo na sociedade, e trazer a discussão para a sala de aula, para que os alunos possam decidir sobre o futuro como ser vivo inserido em uma cadeia alimentar.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Mostrar de forma clara as melhores estratégias para obter um conhecimento mais amplo perante os transgênicos, com o propósito de adquirir um melhor posicionamento, além de explorar a tecnologia atual para a obtenção dos OGMs (Organismos Geneticamente Modificados).

### **2.2 Objetivos Específicos**

Pesquisar e explanar a estrutura conceitual dos transgênicos;

Avaliar o conhecimento dos alunos do Ensino Médio, diagnosticando de várias formas o grau de conhecimento dos alimentos transgênicos;

Descrever acerca da Legislação que regulariza a produção dos transgênicos e, principalmente, da legalidade da sua introdução no mercado consumidor.



### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. TRANSGÊNICOS NO CONTEXTO ESCOLAR

Desde os primeiros estudos de Mendel realizando experiências com ervilhas, cuja finalidade era compreender como ocorria a transmissão das características dos pais para os filhos, o homem tem demonstrado grande interesse na Engenharia Genética.

Partindo desses estudos, o uso da biotecnologia conhecida hoje como a nova fronteira da ciência, tem se intensificado muito, pois envolve técnicas que permitem ao homem utilizar organismos, para a obtenção de produtos conforme seu interesse, como clonagem de órgãos, emprego de células-tronco, produção e utilização de organismos transgênicos.

De acordo com Malajovich (2004), dentre as tecnologias desenvolvidas até o momento, a biotecnologia é de longe a que apresenta maior compatibilidade com a sustentabilidade da vida no planeta. Essa técnica já é usada na agricultura, na esperança de surgir uma nova possibilidade para estancar as dificuldades alimentares que o mundo ainda sofre.

Contudo, com o aumento de produção e com métodos que impactem menos no meio ambiente, surgem também novos desafios: o controle de qualidade de toda a cadeia alimentar, desde a produção, armazenagem, distribuição até o consumo do alimento, *in natura* ao processado, bem como os processos de manipulação que se fizerem necessários.

Segundo Santos (2014), a manipulação científica do patrimônio genético começou a ser desenvolvida há mais de trinta anos, permitindo o desenvolvimento de técnicas que possibilitam modificações genéticas para o melhoramento de indivíduos e que impeça o surgimento de características indesejadas.

Ademais, a preservação da biodiversidade e do Patrimônio Genético representa um seguro e um investimento necessários para manter e melhorar a produção agrícola, florestal e pesqueira; para manter valiosa matéria-prima para inúmeras inovações tecnológicas; e também para a manutenção da vida humana como um todo (SILVA, 2011).

Como a manipulação científica do patrimônio genético começou a ser desenvolvida há décadas, a agricultura tem obtido o cultivo de espécies vegetais necessárias ao consumo humano com maior qualidade. Além disso, também se procura adaptar alguns vegetais a regiões sendo mais resistentes à seca e às pragas de insetos e a grandes quantidades de pesticida.

A Engenharia Genética possibilita o isolamento de um gene em um determinado organismo e a transferência para outro (AZEVEDO et al., 2000). Quando o organismo tem seu genoma modificado objetivando alterar alguma característica já existente com eliminação ou a inserção de um ou mais genes, está se usando as técnicas de biotecnologia (MARINHO, 2003).

Esse melhoramento genético só é possível com a variabilidade genética, dando a oportunidade a indivíduos, plantas e animais desenvolverem características de interesse humano, o que é possível com a recombinação induzida por um cientista.

Os objetos biológicos, chamados transgênicos, quando tem a intenção de serem utilizados como fonte de alimentos e boa produção agrícola, tornam-se produtos socioeconômicos uma vez que se configuram em mercadoria com necessidade de propriedade intelectual (LACEY, 2007).

A pesquisa e utilização dos transgênicos também têm outros objetivos como diminuir os custos de produção (plantas resistentes a pragas, doenças ou herbicidas) ou aumentar a qualidade nutricional do produto (melhorando sua aparência, conteúdo nutricional, etc...).

Atualmente, temas polêmicos relacionados à biotecnologia passaram a ser discutidos na escola, mas geralmente os alunos possuem uma ideia que não perpassa o senso comum.

Em se tratando de um assunto que causa muita discussão e que aparece com frequência na mídia, faz-se necessário o estímulo ao debate pró e anti transgênicos, pois esta atividade pode influenciar na formação discursiva científica dentro do ambiente escolar (BRUNELLI, 2011; MAINGUENEAU, 1997).

A abertura do diálogo desses temas merece uma ampla discussão, e é de suma importância na formação de cidadãos. Portanto, quando o tema transgênico é levado a discussão em sala de aula, esse desencadeia um olhar

diferente, em que o aluno começa a observar que o estudo da ciência não se restringe aos conteúdos aplicados na escola e vai muito além do imaginado.

Esse embate permite a construção de uma concepção e um novo posicionamento do estudante frente a tais assuntos. Ao despertar seu interesse e conduzi-lo a um melhor entendimento e formação de novos conceitos, possibilita a tomada de decisão quanto ao uso dos mesmos.

Frente a tais temas o professor deve observar o momento em que o conceito espontâneo tenha alcançado certo nível para que o conceito científico correspondente seja internalizado (Vygostsky, 1991).

Por fim, quando os estudantes são estimulados e desafiados, buscam conhecimento superior ao produzido em sala, pois objetivam se expressar melhor usando argumentações fundamentadas em pesquisas de conhecimento que extrapolam os limites no âmbito escolar.

### 3.2 OBTENÇÕES DE PLANTAS TRANSGÊNICAS

Segundo a Engenheira agrônoma da ONG AS-PTA (Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa) Flávia Londres, existem hoje basicamente quatro cultivos transgênicos sendo plantados comercialmente, todos de exportação: soja, milho, algodão e canola.

Esses transgênicos, desenvolvidos pelo pequeno grupo de indústrias de biotecnologia (que englobam a produção de sementes, agrotóxicos e fármacos) que dominam o mercado mundial, foram desenvolvidos para resistir a herbicidas e/ou para matar insetos, onde: 77% dos transgênicos cultivados atualmente apresentam, como diferencial, a característica de serem resistentes a herbicidas (agrotóxicos que matam ervas daninhas); 15% dos transgênicos são os chamados cultivos *Bt*, que tiveram inseridos em seu genoma genes de uma bactéria, chamada *Bacillus thuringiensis*, que produz toxinas inseticidas; 8% combinam as duas características citadas acima, resistência a herbicidas e propriedades inseticidas (Londres, 2000)

As plantas transgênicas com atividade inseticida representam uma nova alternativa de controle de pragas, como é o caso do milho transgênico, popularmente conhecido como milho *Bt*, que traz no seu genoma os genes da

bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), para a síntese da toxina letal para insetos (Alves, 1998) (Figura 1).



Figura 1. Comparação entre os milhos Bt e convencional expostos a lagartas.

<http://rehagro.com.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=1906> Acesso em: 26 maio 2015

Devido às características biológicas, *B. thuringiensis* destaca-se como a principal bactéria utilizada no controle biológico. No entanto, a utilização de produtos derivados desse entomopatógeno é menos difundida no Brasil que em países desenvolvidos, sendo necessária a divulgação de produtos, efetuação de produções regionais, as quais diminuem o custo e o estabelecimento de incentivos para implantação de programas de manejo integrado de insetos (Londres, 2000).

Outro grupo de plantas transgênicas são as resistentes a herbicidas. Lavouras cultivadas com variedades tolerantes ao herbicida Glifosato, como o milho e a soja, além de sofrerem menor competição com as plantas invasoras, permitem uma economia no custo dos herbicidas. Apenas um tipo de soja transgênica resistente a herbicida está disponível comercialmente: a soja *RoundUp Ready* da Monsanto que é resistente ao glifosato (comercializado pela Monsanto como RoundUp).

Para a introdução da bactéria pode utilizar-se a bactéria *Agrobacterium tumefaciens*. Esta bactéria de solo, aeróbica e gram-negativa, induz a formação de tumores devido à expressão de genes localizados no DNA (especificamente no DNA transportador), que é transferido para a célula vegetal. A virulência desta bactéria é causada pela presença, nas cepas patogênicas, de um plasmídeo de alto peso molecular (150-250 kb), chamado de Ti ("Tumor inducing") (BRASILEIRO, 1995). Este tipo de bactéria tem como

característica transferir parte de seu DNA para o genoma das células que infecta.

Na técnica mediada pela bactéria *Agrobacterium tumefaciens*, insere-se primeiro o gene na bactéria, e depois se infecta algum tecido da planta que se quer transformar com esta bactéria. Porém, diferentemente do que ocorre na biolística, podendo ser um método mais eficiente e de menor custo para as espécies compatíveis com a bactéria (WEBB & MORRIS, 1992).

No bombardeamento de genes, utiliza-se micro-partículas (geralmente de ouro) cobertas com muitas cópias do gene, que são literalmente bombardeadas por um aparelho chamado Canhão Biobalístico sobre algum tecido da planta que se quer transformar. Neste bombardeamento utiliza-se uma pressão suficiente para que as partículas cobertas com o gene atravessem a parede celular e se alojem no interior da célula, local em que liberam os genes que estavam aderidos a sua superfície (EMBRAPA, 2003). Algumas partículas podem se localizar no núcleo da célula, e as cópias do gene liberadas podem ser inseridas no genoma da célula.

Independente do método de transformação, o gene será inserido aleatoriamente em um ou mais cromossomos da célula receptora. Como nem todas as células receptoras recebem o gene é necessário identificar quais as células que realmente foram transformadas, geralmente cultivando estas células em um meio seletivo. As células que se desenvolverem são induzidas a se regenerar, e produzir uma planta (EMBRAPA, 2003).

As plantas obtidas são então testadas para se certificar que o gene está presente e funcional. Além disso, o número de cópias inseridas também deve ser determinado.

Até pouco tempo acreditava-se que espécies monocotiledôneas não formavam galhas - estruturas de proteção e alimentação de larvas de alguns insetos, que se distribuem nas folhas visando uma melhor obtenção de recursos - quando submetidas a *A. tumefaciens*, sendo, portanto consideradas como hospedeiros não naturais. Entretanto isto não descartava a possibilidade da *A. tumefaciens* transferir T-DNA para estas espécies (SMITH & HOOD, 1995).

O primeiro relato sobre a formação de tumores em espécies monocotiledôneas foi de De CLEENE & De LEY (1976) e trabalhos recentes

detectaram a produção de opinas e hormônios envolvidos no crescimento de tumores, bem como a presença de T-DNA nestas plantas (SMITH & HOOD, 1995).

Assim surgiu o arroz dourado que foi geneticamente modificado pelo Instituto Internacional de Pesquisa do Arroz, com o objetivo de combater a falta de vitamina A. Esse arroz contém dois genes de narciso (*Narcissus pseugonarcissus*) e um gene de uma bactéria (*Erwinia uredovora*), que possibilitam a produção de betacarotenos no endosperma da semente de arroz.

Em agosto de 2012 pesquisadores da USDA (Boston e Houston), dos institutos Chinês de Pequim e Hangzhou e NIH (Bethesda) determinaram que o  $\beta$ -caroteno em Arroz Dourado é tão eficaz quanto  $\beta$ -caroteno em óleo e melhor do que o que existe presente no espinafre, para crianças. Além disso, uma porção de 100 a 150 g do arroz dourado cozido, fornece 60% da dose recomendada de vitamina A para crianças entre 6 e 8 anos de idade. O estudo foi documentado e publicado no *American Journal Of Clinical Nutrition* (TANG et al 2012).

Outros benefícios produzidos pelo arroz para a saúde e a estética: melhora a visão, diminui a formação de placas nas artérias, minimiza sintomas de esclerose múltipla, protege a pele de infecções, ajuda no brilho do cabelo, conserva o esmalte dos dentes, fortalece o sistema imunológico e mantém a saúde dos órgãos reprodutivos.

### 3.3 TRANSGÊNICOS CULTIVADOS NO BRASIL

O uso de produtos geneticamente modificados no Brasil começou no início dos anos 90, quando agricultores do sul do país passaram a cultivar soja geneticamente modificada vinda da Argentina. No entanto, a comercialização do produto só foi regulamentada em 1995.

Segundo o Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações em Agro biotecnologia (ISAAA, na sigla em inglês), o Brasil ocupa o segundo lugar entre os países que mais cultivam variedades transgênicas, com 40,3 milhões de hectares de soja, milho e algodão geneticamente modificados. O país ainda registrou um crescimento na produtividade de 10%, mais que o triplo da média mundial, de 3%.

Conforme o órgão (ISAAA) calcula-se que 497 milhões de quilos de defensivos químicos deixaram de ser usados graças à adoção de transgênicos resistentes a insetos (Bt) e a herbicidas entre 1996 e 2012. Só em 2012, a ISAAA estima, ainda, que 26,7 bilhões de quilos de dióxido de carbono, um volume equivalente à emissão de 11,8 milhões de carros em um ano, deixaram de ser lançados na atmosfera com o plantio de cultivares geneticamente modificados. O motivo de tal redução foi a baixa necessidade de máquinas aplicando inseticidas nas lavouras.

No Brasil, onde a soja transgênica ocupa quase um terço de toda a área dedicada à agricultura, a CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança) liberou cinco variantes da planta, todas tolerantes a herbicidas, sendo uma delas também resistente a insetos. O milho também possui destaque no cenário, pois é usado para fins de alimentação animal. Além destes, mandioca, inhame, batata-doce, tabaco, arroz, tomate e trigo são algumas das culturas beneficiadas.

Entretanto, os transgênicos não são restritos à agricultura. A tecnologia também é aplicada em outro departamento do setor primário. Existe um hormônio de crescimento – rBGH ou rbST abreviação do nome em inglês - introduzido em suínos e bovinos autorizado apenas nos Estados Unidos e no Brasil, que tem o propósito de aumentar a engorda dos gados de corte e a produção do leite das vacas.

### 3.4 A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

Como o homem é um ser inquieto e não se satisfaz apenas em conhecer ou contemplar algo, decifrou a natureza do DNA e do código genético, passando a pesquisar a possível interferência que poderia ser feita. Daí então houve a necessidade do surgimento da biossegurança, visando minimizar estes acontecimentos quando estabelece mecanismos de proteção para o uso da biotecnologia moderna, tanto no que tange a experimentos laboratoriais, como a testes de campo que possam implicar risco biológico, provocando impactos ambientais favoráveis ou indesejáveis ou consequências para a saúde humana (SCHOLZE).

Para avaliação dos produtos geneticamente modificados, os procedimentos técnicos de biossegurança devem envolver a investigação das

seguintes variáveis: a) quantidade provável do alimento a ser consumido pela população, incluindo o consumo médio e o extremo; b) descrição do alimento e do seu processo produtivo; c) histórico e qualquer possível efeito adverso à saúde humana relacionada ao organismo que está sendo modificado; d) descrição do processo de modificação genética; e) avaliação de possíveis efeitos adversos – nutricionais, toxicológicos ou microbiológicos do alimento modificado; f) avaliação de dados obtidos com pessoas alimentadas com o produto modificado em condições controladas (Pessanha, 2003).

Contudo, um dos temidos danos referente aos transgênicos é a transferência de sua resistência para microrganismos patogênicos, como bactérias infecciosas, ou o desencadeamento de processos alérgicos. Não há comprovações de tais fatos, porém especialistas estão em alerta.

Um grupo desfavorável à liberação dos transgênicos é o Greenpeace, pois as consequências da utilização são incertas. Entre elas, o empobrecimento da biodiversidade que pode interferir no desequilíbrio ambiental e na segurança alimentar.

Assim, a segurança dos alimentos significa garantir atributos adequados à saúde dos consumidores, implicando em alimentos de boa qualidade, livre de contaminações de natureza química, biológica ou física, ou de qualquer outra substância que possa acarretar problemas à saúde das populações.

Diante destas considerações surge a questão da rotulagem ou identificação dos transgênicos como forma de exigir o cumprimento do Código de Defesa do Consumidor e fazer prevalecer a vontade do cidadão no processo decisório de consumir com base em informações seguras e precisas.

No Brasil, essa medida sobreveio com o Decreto nº 3.871, de 18.07.2001, determina que conste obrigatoriamente no rótulo de alimento a informação de que contem OGM estabelecendo um percentual de 4% (quatro por cento) de tolerância, ou seja, com a existência de organismo geneticamente modificado acima desse percentual no produto a ser comercializado (Figura 2). Esta lei somente regulamentou com relação aos transgênicos, o que dispunha o art. 31 do Código de Defesa do Consumidor, ou seja, o dever de informar, que é uma decorrência do art. 6º, III, deste diploma, que menciona que é um direito básico do consumidor o direito à informação.





Figura 2. Embalagem com indicação de que o alimento é produzido a partir de vegetais transgênicos.

<https://7em1.wordpress.com/2011/09/28/quarta-feira-voce-e-ou-sabe-o-que-voce-come/> Acesso em: 26 maio 2015

E para administração desse risco, notadamente quando as implicações podem envolver o destino da própria humanidade, toda medida de precaução merece ser encarada com seriedade e equilíbrio.

Portanto, quanto a direitos dos consumidores e biossegurança, há a necessidade de se estabelecer entre a comunidade científica e a sociedade, uma comunicação clara e consciente. É essencial a divulgação das pesquisas de avaliação dos impactos dos transgênicos sobre a saúde do homem e o meio ambiente além da transparência nos processos de liberação dos produtos geneticamente modificados pelos órgãos competentes.

## 4. DESENVOLVIMENTO

### 4.1 PLANO DE AULA

Justificativa:

Atualmente temas polêmicos relacionados à biotecnologia como os transgênicos passaram a ser discutidos na escola, mas geralmente os alunos possuem uma ideia muito superficial perante o assunto.

A ciência e a tecnologia têm grande influência na vida dos cidadãos hoje em dia, e parte-se do princípio que todo cidadão tem o direito de obter conhecimentos mínimos para que ele possa tomar decisões de forma crítica

sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea (BEDIN; DELIZOICOV, 2012).

Objetivos do plano de aula:

Investigar o conhecimento e as opiniões de alunos do Ensino Médio sobre transgênicos.

Propiciar um melhor entendimento sobre os transgênicos.

Despertar a mudança conceitual e a tomada de decisões após o desenvolvimento de práticas pedagógicas sobre transgênicos.

Metodologia

1 - levantamento de concepções prévias

2 - aula expositiva, leitura de textos, vídeos e júri simulado.

3 – avaliação

#### 4.2 DIAGNÓSTICO DO GRAU DE CONHECIMENTO DOS ALUNOS

Para iniciar a sondagem, será feito um diagnóstico do conhecimento que os alunos possuem sobre produtos transgênicos. Esse diagnóstico (Anexo 1) será aplicado na turma, e com as respostas obtidas o professor fará um levantamento a respeito do conceito científico que os alunos já possuem em relação aos transgênicos. Essa coleta de dados favorece um melhor posicionamento do professor quanto ao conteúdo a ser trabalhado.

#### 4.3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS COM OS ALUNOS: AULA EXPOSITIVA, LEITURA DE TEXTOS, VÍDEOS E JÚRI SIMULADO

Para o desenvolvimento das atividades sobre transgênicos, após o levantamento dos conhecimentos prévios, será ministrada uma aula teórica expositiva dialogada de 50 minutos sobre o assunto. Nesta aula será apresentado aos alunos o avanço da biotecnologia, desde o melhoramento genético até a produção dos transgênicos, assim como conceitos sobre sua fabricação, as diferentes possibilidades de utilização e possíveis vantagens e desvantagens alegadas por ambientalistas, geneticistas e economistas.

Serão utilizados também pequenos vídeos sobre fabricação de plantas transgênicas. Em um segundo momento da aula de 50 minutos, serão utilizados diversos textos de divulgação científica. Alguns exemplos de textos e vídeos estão relacionados abaixo e alguns textos são apresentados na íntegra no Anexo 2.

1-Transgênicos, que bicho é esse?

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_PX2ThUJJ8A](https://www.youtube.com/watch?v=_PX2ThUJJ8A) acesso em 02 maio 2015

2-Bahia inicia uso de inseto transgênico contra dengue

<http://pib.socioambiental.org/pt/noticias?id=98663> acesso em 02 maio 2015

3-Transgênicos: mata uma praga e traz outra

<http://www.portaldomeioambiente.org.br/agroecologia/4070-transgenico-mata-uma-praga-e-traz-outra.pdf> acesso em 02 maio 2015

4-Vacas produzem leite com insulina humana

<http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,MUL233355603,00VACAS+PRODUZEM+LEITE+COM+INSULINA+HUMANA.html> acesso em 02 maio 2015

5-Cientistas egípcios desenvolvem tomate transgênico

<http://www.freshplaza.es/article/58444/Cientistas-eg%EDpcios-desenvolvem-tomate-transg%EAnico.html> acesso em 02 maio 2015.

6-Salmão pode ser primeiro animal transgênico aprovado para consumo humano

<http://blog.seashepherd.org.br/2010/09/21/salmao-pode-ser-primeiro-animal-transgenico-aprovado-para-consumo-humano/> acesso em 02 maio 2015.

7-Técnica pode produzir custos de produção da insulina

[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/jornalPDF/ju274pag09.pdf/](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/jornalPDF/ju274pag09.pdf/) acesso em 02 maio 2015.

8-China produz proteína humana em arroz para uso farmacêutico,

<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2011/11/999912-china-produz-proteina-humana-em-arroz-para-uso-farmaceutico.shtml/> acesso em 02 maio 2015

#### 9-Vantagens e desvantagens dos alimentos transgênicos

[http://www.sulmed.com.br/sulmed/popups/dica\\_impressao.php?cdDica=3](http://www.sulmed.com.br/sulmed/popups/dica_impressao.php?cdDica=3)  
acesso em 03 maio 2015.

10-Genética Virtual <http://geneticavirtual.webnode.com.br/genetica-virtual-home/topicos-extras/organismos%20transg%C3%AAnicos/vantagens-e-desvantagens/> acesso em 03 maio 2015.

#### 11-Os problemas dos transgênicos

[http://www.curaeascensao.com.br/alimentacao\\_saude/transgenicos/transgenicos2.html](http://www.curaeascensao.com.br/alimentacao_saude/transgenicos/transgenicos2.html) acesso em 03 maio 2015.

Os alunos serão divididos em grupos para a leitura e discussão dos textos. Em seguida será proposto um júri simulado entre dois grupos, sendo que um deve se posicionar favoravelmente e o outro expor as desvantagens do uso dos transgênicos. O professor atuará como o moderador da discussão.

### 4.4 JÚRI SIMULADO

O Júri simulado é a simulação de um tribunal judiciário, cujos participantes têm funções predeterminadas. Com a ajuda do professor, formar-se-ão três grupos: dois grupos de debatedores (com mesmo número de pessoas) e uma equipe responsável pelo veredicto (o júri popular - com um número menor de componentes, entre três e seis alunos, de uma sala com 30, por exemplo).

Cada grupo deve conhecer as etapas do júri simulado, bem como os objetivos e as funções dos participantes antes de dar início a essa atividade.

O papel do professor é de coordenar a prática, delimitando o tempo para cada grupo defender sua tese (vantagens dos transgênicos) e atacar a tese defendida pelo grupo oponente (desvantagens dos transgênicos).

Os alunos se preparam previamente para defender o tema com argumentos convincentes. A partir daí, cada grupo lança a sua tese inicial, defendendo seu ponto de vista na medida em que surjam réplicas e tréplicas. O professor também pode lançar perguntas que fomentem o debate, evitando fornecer respostas ou apoiar alguma das posições.

Por fim, cada grupo possui um tempo para suas considerações finais. Então, o júri popular se reúne para socializar seus apontamentos, feitos ao longo da atividade, e decretar o veredicto.

#### 4.5 AVALIAÇÃO

Com o término da atividade é preciso colher os frutos, pois muitos foram os textos trabalhados, bem como, muitas foram as informações absorvidas e com certeza a aprendizagem ocorreu. Então, há necessidade de usar novamente o Anexo 1 para confirmar o real aprendizado do aluno. É de grande importância também questioná-los a respeito da dinâmica utilizada como forma de mudança de postura dos grupos para a validação de seu conhecimento.

Pode ser utilizado o seguinte questionamento:

Que proveito tirou da dinâmica “júri simulado”?

O que mais o agradou nas discussões?

Quais sentimentos foram despertados?

O que podemos melhorar?

Cada grupo se reúne novamente e baseados nas questões acima montam um relatório que será entregue ao professor.

O objetivo do júri simulado é proporcionar aos estudantes uma reflexão dialogada, visto que estimula que um caso seja colocado em discussão, fazendo com que os grupos se posicionem a respeito do mesmo, proporcionando nesta prática o desenvolvimento da argumentação conjunta.

Além da reflexão, a dinâmica também é capaz de estimular o pensamento crítico do estudante, que diante do problema deve se posicionar procurando saber mais sobre o caso e os assuntos que os cercam. É uma forma de aprendizagem que faz com que pessoas, que eram pouco participativas, possam se expor sem receio, ultrapassando questões de timidez e vergonha.

Quanto à construção coletiva do júri simulado pelos alunos pode-se obter uma forma positiva de aprendizagem, pois permite que haja interação entre os alunos e troca de ideias. Esta percepção também foi demonstrada no estudo de Real e Menezes (2007), quando cita que a interação em grupo enriquece o trabalho, pois cada um pode contribuir de maneira criativa e solidária para a realização de um projeto coletivo. Portanto, conclui-se que o júri simulado pode colaborar para a aprendizagem, desenvolvendo nos alunos competências importantes no âmbito profissional como: tomada de posição, trabalho colaborativo e debate de ideias.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O senso comum a respeito dos transgênicos é bastante variável, mas sabemos que esses já fazem parte do cotidiano de toda população. Logo, por essa e outras razões, devemos analisá-los de forma coerente, refletindo sobre os aspectos favoráveis e desfavoráveis, além de estudar as argumentações categóricas de cientistas sobre o cultivar de organismos geneticamente modificados (OGM), através de relatórios de pesquisas desenvolvidas, e também refletir opiniões contrárias, ou não tão categóricas em relação aos organismos geneticamente modificados, através de suas fundamentações.

É importante salientar que para atender às necessidades futuras e permitir um crescimento sustentável, a pesquisa agrícola deverá utilizar todas as tecnologias, incluindo as modernas biotecnologias, que vêm apresentando um desenvolvimento vertiginoso. De particular importância é a engenharia genética, que envolve a produção e uso de plantas transgênicas.

Os órgãos responsáveis pela regulamentação e liberação de plantas transgênicas para o cultivo são muito rigorosos em sua análise, e somente liberam um determinado produto quando ficar comprovado que este não irá causar prejuízos para a saúde ou para o ambiente. A CTNBio, no Brasil, é um órgão bastante competente e rigoroso em suas análises. Desta forma, não se espera que produtos que não sejam seguros venham a ser liberados no Brasil.

Enfim, pode-se concluir que nada na vida é totalmente livre de riscos, assim não seria diferente com relação aos transgênicos, e por isso, deve-se estabelecer um divisor de águas entre as pesquisas desenvolvidas e os

aspectos de biossegurança e bioética. Logo, não há a necessidade de interromper as pesquisas, afinal esses estudos fazem parte da evolução científica, porém devem ser manuseados com devida cautela.

Paralelamente, é necessário que organizações públicas, como também toda a sociedade, desenvolvam campanhas educacionais para informar a população do que sejam os transgênicos, suas vantagens e suas desvantagens, para que ao escolher entre o consumo de um produto transgênico e um “natural” a população mundial possa fazer de uma maneira coerente e estruturada.

Portanto, dada a importância dos alimentos para população que os consome, as políticas relativas às culturas geneticamente modificadas devem sempre se basear em opiniões isentas de ideologias, advindas de um debate aberto e honesto com diversos segmentos da sociedade. Opiniões essas que devem, sempre que possível, ser fundamentadas em consistentes pesquisas laboratoriais, a fim de se minimizar os juízos de valor e a subjetividade nas discussões.

Enfim, é preciso bom senso e ampliação no volume de pesquisas relativas ao tema para que a população possa aproveitar os potenciais benefícios do uso da tecnologia genética. É imprescindível que a ética e a responsabilidade social permeiem as discussões sobre a política de segurança alimentar brasileira em geral, e sobre a questão dos alimentos transgênicos em particular. Se a tecnologia dos alimentos transgênicos for usada em proveito de todos, por pesquisadores e empresários conscientes, poderá trazer, cada vez mais, benefícios para toda a sociedade.

Diante disso, torna-se necessário trabalhar o assunto no contexto escolar, utilizando informações isentas para incentivar os alunos a desenvolverem seu próprio senso crítico sobre o assunto. Este trabalho apresenta uma proposta para debate em sala de aula livre de opiniões já formadas, trabalhos em grupo e uma avaliação perante os conhecimentos adquiridos.

## REFERÊNCIAS

ALVES, S.B.; MORAES, S.A. Quantificação de inóculo de patógenos de insetos. In: ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: Fealq, 1998. p.765-777.

ANDRADE, S.R.M de; **Transformações de Plantas**. Embrapa Planaltina, DF, 2003

AZEVEDO, J.L.; FUNGARO, M.H.P.; Vieira, C.M.L. '**Transgênicos e evolução dirigida**'. **História, Ciências, Saúde Manguinhos**, vol.7, n.2, p. 451-64, 2000.

BRASIL (d). Decreto 3.871, de 18 de julho de 2001. **Disciplina a rotulagem de alimentos embalados que contenham, ou seja, produzidos com organismos geneticamente modificados, e dá outras providências**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em 23jul2003. Revogado pelo Decreto nº 4.680, de 24.4.2003.

BRASILEIRO, A.C.M. Transformação mediada por *Agrobacterium* sp. In: **Métodos de transferência e análise da expressão de genes em plantas**. CENARGEM, Brasília, 1995. Cap. 3. p. 7 - 22.

BRUNELLI, A. F. A polêmica sobre os transgênicos: Monsanto vs. MST. (2011.) Bakhtiniana. 1 (5), 166-182

CRICKMORE N., ZEIGLER D. R., E. SCHNEPF, J. VAN RIE, D. LERECLUS, J. BAUM, A. BRAVO, AND D. H. DEAN. **Bacillus thuringiensis toxin nomenclature**. 2008.

DE CLEENE, M., DE LEY, J. The host range of crown gall. **Bot Rev**, Bronx, v. 42, n. 4, p. 389 - 466, 1976.

LACEY, H. **A controvérsia sobre os transgênicos: questões científicas e éticas**. Aparecida: Ideias & Letras, 2006.

Jornal Mundo Jovem. <http://www.mundojovem.com.br/dinamicas/como-fazer-um-juri-simulado> Acesso em :09 mai. 2015

LONDRES, F. **Transgênicos no Brasil: as verdadeiras consequências** XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos Fortaleza, Ceará. 09/agosto/2000 - A Sustentabilidade Na Produção De Alimentos E A Agenda 21 Do Brasil. <http://www.unicamp.br/fea/ortega/agenda21/candeia.htm>. Acesso em: 06 jun. 2015

MAINGUENEAU, D. **Novas tendências em análise do discurso**. (1997)3. Ed.Campinas: Pontes & Editora da UNICAMP.



MALAJOVICH, M.A. **Biotecnologia 2011** Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012.

MARINHO, C. L. C. **Discurso polissêmico sobre plantas transgênicas no Brasil: estado da arte**. Tese (Doutorado) - Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz, Rio de Janeiro. 2003.

PESSANHA, L.; WILKINSON, J. **Transgênicos, recursos genéticos e segurança alimentar: o que está em jogo nos debates?** São Paulo: Armazém do Ipê (autores associados). 2005.

REAL, LM. C.; MENEZES, C. **Júri simulado: possibilidade de construção de conhecimento a partir de interações em um grupo**. In: NEVADO, R.A.; CARVALHO, M.J.S.; MENEZES, C.S. (Org.). *Aprendizagem em rede na Educação a Distância: estudos e recursos para formação de professores*. Porto Alegre: Ricardo Lenz, 2007.

SCHOLZE, S. H. C. Biossegurança e alimentos transgênicos. *Revista Sociedade* <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio09/biosseg.pdf> Acesso em: 06 jun. 2015

SILVA, J. A. **Direito Ambiental Constitucional**. Editora Melheiros Editores: São Paulo. 9ª edição. 2011

SMITH, R.H., HOOD, E.E. *Agrobacterium tumefaciens* transformation of monocotyledons. **Crop Science**, Madison, v. 35, p.301-309, 1995

TANG G. et al 2012. b-Carotene in Golden Rice is as good as b-carotene in oil at providing vitamin A to children. **American Journal Of Clinical Nutrition**. Disponível em: < [www.goldenrice.org/PDFs/GR\\_bioavailability\\_AJCN2012.pdf](http://www.goldenrice.org/PDFs/GR_bioavailability_AJCN2012.pdf) >

Vygotsky, L. **Pensamento e linguagem**. 3.ed. São Paulo: M. Fontes, 1991.

WEBB, K.J., MORRIS, P. Methodologies of plant transformatio. In: GATEHOUSE, A.M.R., HILDER, V.A., BOULTER, D. **Plant Genetic Manipulation for Crop Protection: Biotechnology Agriculture** n° 7, CAB International, 1992. Cap. 2 p. 8 -44.

**ANEXO 1****Diagnóstico prévio – Conhecimento sobre Transgênicos**

Colégio\_\_\_\_\_

Aluno(a)\_\_\_\_\_ 3º Ano

Responda:

1. Você já ouviu falar sobre os transgênicos?

☐ sim ☐ não

2. Você acha que existe alguma diferença entre OGMs e os transgênicos?

☐ sim ☐ não

3. Você conhece algum produto transgênico? Cite exemplos.

☐ sim ☐ não

Ex. \_\_\_\_\_

4. Você tem utilizado algum transgênico em sua casa?

☐ sim ☐ não ☐ não sei

5. Ocorre o plantio de culturas transgênicas em sua região? Quais?

☐ sim ☐ não ☐ não sei

\_\_\_\_\_

6. Você sabe a diferença no cultivo e na produção das culturas convencionais e as transgênicas?

☐ sim ☐ não

7. Você é a favor do consumo de alimentos transgênicos? Por quê?

☐ sim ☐ não ☐ não sei

\_\_\_\_\_

8. Você conhece algum produto que é vendido no mercado de sua cidade que possui em seu rótulo a indicação que é transgênico? Qual?

☐ sim ☐ não

\_\_\_\_\_

9. Se você soubesse que na merenda escolar estão introduzindo produtos transgênicos, você consumiria?

☐ sim ☐ não

## ANEXO 2

### Textos que podem ser usados para o estudo em grupos em sala de aula

#### 1. Bahia inicia uso de inseto transgênico contra dengue

Em busca de um novo método para a erradicação do mosquito *Aedes aegypti*, pesquisadores estão soltando uma versão transgênica do inseto em bairros de Juazeiro (BA). O bicho geneticamente modificado gera filhotes que não chegam à fase adulta.

A iniciativa, coordenada pela bióloga Margareth Capurro, pesquisadora da USP, foi aprovada pela CTNBio (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança).

Os cientistas misturam material genético de drosófilas, conhecidas popularmente como moscas-das-frutas, ao do *A. aegypti*. A transformação faz com que seus filhotes produzam uma proteína que causa sua morte ainda no estágio larval ou de pupa (a fase de casulo).

Em laboratório, os embriões são produzidos pela Biofábrica Moscame, em Juazeiro (BA), e identificados com um marcador fluorescente. Por diferença de tamanho em relação às fêmeas, os machos - que alimentam-se de néctar e sucos vegetais - são isolados antes da fase adulta, quando serão liberados no ambiente.

Eles serão soltos em cinco bairros da cidade. Lá, concorrerão para procriarem com as fêmeas, o que, em longo prazo, deve reduzir a população local dos insetos. A previsão é de liberação de 50 mil mosquitos por semana nesses locais, e a conclusão do estudo está prevista para 18 meses após o início do procedimento.

Os primeiros 10 mil mosquitos já foram soltos na última segunda-feira, no bairro de Itaberaba. Amanhã, serão liberados mais 8.000 no mesmo local.

#### RISCOS

A princípio, a liberação de espécimes do *Aedes aegypti* nessas regiões apresentaria dois riscos: aumento da incidência da dengue e desequilíbrio ambiental. Ambos, diz Capurro, são praticamente nulos. "Os mosquitos machos

não se alimentam de sangue, por isso não transmitem a doença, e sua única função é copular com as fêmeas", afirma.

Além disso, o *A. aegypti* não é nativo do Brasil e encontrou um ambiente ideal porque não possui predadores naturais por aqui. "Os mosquitos transgênicos vivem por aproximadamente sete dias e não deixam descendentes. Para retirá-los da população de insetos do local, basta parar de abastecê-la com novos indivíduos."

Ela destaca as vantagens do procedimento. Apesar de mais caro, pode substituir inseticidas e larvicidas, reduzindo o lançamento de possíveis poluentes no ambiente. "O que essas substâncias fazem é selecionar indivíduos resistentes, que não morrem com os produtos", aponta a bióloga.

FSP, 24/02/2011, Ciência, p. C13

<http://pib.socioambiental.org/pt/noticias?id=98663> acesso em 02 maio 2015

## **2. China produz proteína humana em arroz para uso farmacêutico**

Cientistas chineses conseguiram obter uma proteína humana amplamente usada pela indústria farmacêutica a partir de arroz transgênico.

Os pesquisadores desenvolveram um tipo de arroz que tem 10% do seu conteúdo proteico formado pela versão humana da albumina, encontrada no sangue. Essa substância é utilizada em grande escala, cerca de 500 toneladas por ano, para a produção de vacinas e remédios e para o tratamento de queimaduras e de cirrose.

O problema é que a albumina é obtida atualmente por doação de sangue e cultivada em soro. Isso dificulta seu uso em larga escala e aumenta o risco de contaminações, por exemplo, por vírus. Por isso, os chineses resolveram produzi-la no arroz. O trabalho está publicado nesta terça-feira na revista científica "PNAS".

## PROTEÍNA 'HUMANA' DO ARROZ

Cientistas chineses conseguiram obter albumina a partir de arroz transgênico

### A ALBUMINA

#### O que é

Uma proteína humana presente no sangue

#### Função

Cada molécula dessa proteína pode carregar até sete submoléculas de ácidos graxos, usados quando o organismo precisa de energia ou de "material" para construir suas estruturas

1 kg de arroz transgênico = 2,75 g de albumina

500 toneladas de albumina são produzidas por ano pela indústria farmacêutica no mundo



### NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

1

#### Uso

Produção de vacinas, de remédios e de tratamentos para queimaduras graves e para cirrose hepática

2

#### Obtenção

Por meio de doação de sangue, o que é difícil para a produção em grande quantidade e aumenta o risco de transmissão de vírus

3

#### O estudo

Cientistas chineses usaram arroz transgênico para produzir a albumina com composição química semelhante à proteína humana

4

#### Para que servirá

A proteína "humana" do arroz pode ser uma possível fonte para a indústria farmacêutica

5

#### Novas pesquisas

Agora os cientistas vão analisar os riscos do uso da proteína em medicamentos, o que pode levar até dez anos

## BIOFÁBRICA

"O objetivo desse tipo de transgenia é usar plantas como veículos para a produção de medicamentos", explica Francisco Aragão, da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Ele coordenou o grupo que desenvolveu o feijão transgênico brasileiro, aprovado em setembro para uso comercial. "As plantas têm-se mostrado eficazes para produzir proteínas de interesse. Sai mais barato, reduz o risco de contaminação e aumenta a produção", defende o cientista.

No caso, os chineses conseguiram extrair 2,75 g da proteína humana por quilo de arroz transgênico. Agora, os pesquisadores vão avaliar o uso comercial da albumina do arroz, o que pode levar cerca de dez anos. "Mas os

chineses já adiantaram que a composição físico-química da proteína do arroz é tão efetiva quanto à da extraída do sangue."

Outra questão a ser analisada é a forma de cultivo do arroz transgênico com proteína humana para que a planta não caia na cadeia alimentar. De acordo com Aragão, a dificuldade é que o arroz tem polinização aberta e, por isso, pode facilmente "contaminar" outras plantações. "Mas o cultivo pode ser feito em estufas. Isso já acontece em Cuba, com plantas transgênicas para produção de proteínas usadas em vacinas", explica ele.

Esse tipo de transgenia também está sendo feito no Brasil. O grupo de Aragão tem estudado a produção de proteínas na alface e na soja. Diferentemente do feijão transgênico desenvolvido na Embrapa, resistente a uma praga (o vírus do mosaico dourado), o arroz transgênico chinês não será comido.

Mas outro tipo de arroz transgênico está em vias de aprovação naquele país, o que será inédito no mundo. No Brasil, o arroz transgênico para uso comercial, desenvolvido pela Bayer, foi retirado da pauta da CTNBio (Comissão Nacional Técnica de Biossegurança) em 2010.

<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2011/11/999912-china-produz-proteina-humana-em-arroz-para-uso-farmaceutico.shtml/> acesso em 02 maio 2015.

### **3. Vantagens e desvantagens dos alimentos transgênicos**

Você já deve ter ouvido falar na sigla OGM, que significa Organismo Geneticamente Modificado, ou simplesmente transgênico. Especificamente, trata-se de um ser vivo cuja estrutura genética (a parte da célula onde está armazenado o código da vida), foi alterada pela inserção de genes de outro organismo, de modo a atribuir ao receptor características não programadas pela natureza.

Uma planta que produz uma toxina antes só encontrada numa bactéria. Um micro organismo capaz de processar insulina humana. A engenharia genética utiliza enzimas para quebrar a cadeia de DNA em determinados

lugares, inserindo segmentos de outros organismos costurando a sequência novamente.

Os cientistas podem "cortar" e "colar" genes de um organismo e manipulando sua biologia natural a fim de obter características específicas (por exemplo, determinados genes podem ser inseridos numa planta para que ela produza toxinas contra pestes). Este método é muito diferente do que ocorre naturalmente com o desenvolvimento dos genes.

### Vantagens

1. O alimento pode ser enriquecido com um componente nutricional essencial. Um feijão geneticamente modificado por inserção de gene da castanha do Pará passa a produzir metionina, um aminoácido essencial para a vida. Um arroz geneticamente modificado produz vitamina A;

2. O alimento pode ter a função de prevenir, reduzir ou evitar riscos de doenças, através de plantas geneticamente modificadas para produzir vacinas, ou iogurtes fermentados com microrganismos geneticamente modificados que estimulem o sistema imunológico;

3. A planta pode resistir ao ataque de insetos, seca ou geada. Isso garante estabilidade dos preços e custos de produção. Um microrganismo geneticamente modificado produz enzimas usadas na fabricação de queijos e pães o que reduz o preço deste ingrediente; Sem falar ainda que aumenta o grau de pureza e a especificidade do ingrediente e permite maior flexibilidade para as indústrias;

4. Aumento da produtividade agrícola através do desenvolvimento de lavouras mais produtivas e menos onerosas, cuja produção agrida menos o meio ambiente.

### Desvantagens

1. O lugar em que o gene é inserido não pode ser controlado completamente, o que pode causar resultados inesperados uma vez que os genes de outras partes do organismo podem ser afetados.

2. Os genes são transferidos entre espécies que não se relacionam, como genes de animais em vegetais, de bactérias em plantas e até de humanos em animais. A engenharia genética não respeita as fronteiras da

natureza – fronteiras que existem para proteger a singularidade de cada espécie e assegurar a integridade genética das futuras gerações.

3. A uniformidade genética leva a uma maior vulnerabilidade do cultivo porque a invasão de pestes, doenças e ervas daninhas sempre é maior em áreas que plantam o mesmo tipo de cultivo. Quanto maior a variedade (genética) no sistema da agricultura, mais este sistema estará adaptado para enfrentar pestes, doenças e mudanças climáticas que tendem a afetar apenas algumas variedades.

4. Organismos antes cultivados para serem usados na alimentação estão sendo modificados para produzirem produtos farmacêuticos e químicos. Essas plantas modificadas poderiam fazer uma polinização cruzada com espécies semelhantes e, deste modo, contaminar plantas utilizadas exclusivamente na alimentação.

5. Os alimentos transgênicos poderiam aumentar as alergias. Muitas pessoas são alérgicas a determinados alimentos em virtude das proteínas que elas produzem. Há evidências de que os cultivos transgênicos podem proporcionar um potencial aumento de alergias em relação a cultivos convencionais.

[http://www.sulmed.com.br/sulmed/popups/dica\\_impressao.php?cdDica=3](http://www.sulmed.com.br/sulmed/popups/dica_impressao.php?cdDica=3)  
acesso em 03 maio 2015.